

⑬ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)6月1日

H 01 L 21/30

3 1 1

L-7376-5F

G 03 F 7/20

7124-2H

9/00

Z-7124-2H

H 01 L 21/30

3 1 1

M-7376-5F

審査請求 未請求 発明の数 2 (全5頁)

⑮ 発明の名称 走査型露光装置のディストーション補正方法

⑯ 特 願 昭61-275976

⑰ 出 願 昭61(1986)11月19日

⑱ 発 明 者 鈴木 正 樹

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

⑲ 出 願 人 松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

⑳ 代 理 人 弁理士 中尾 敏男

外1名

明 細 書

1、発明の名称

走査型露光装置のディストーション補正方法

2、特許請求の範囲

(1) マスクを備え露光面積の一部分を露光しつつ、全面を走査することによって、露光を行う走査型露光機において、マスクと基板の初期位置合せ後、あらかじめ定めた走査手順による露光走査を行いながら加えて、微小送り機構によりマスクと基板の位置を一定の変位パターンで相対的にずらして行い走査型露光装置のディストーション補正方法。

(2) マスクを備え露光面積の一部分を露光しつつ、全面を走査することによって、露光を行う走査型露光機において、マスクと基板の初期位置合せ後、あらかじめ定めた走査手順による露光走査を行ないながら加えて、微小送り機構によりマスクと基板の位置を一定の変位パターンで相対的にずらして行い走査型露光装置のディストーション補正方法であって、露光の走査方向に複数の位置でマスクと基板の位置ズレを測定し、測定結果に基

いて露光走査を行ないながら、走査位置に応じマスクと基板の位置を微小送り機構により相対的にずらして行い走査型露光装置のディストーション補正方法。

(3) 露光のための走査を行いつつ、マスクと基板の位置ズレを測定し、その結果に基づいてマスクと基板の位置を微小送り機構により相対的にずらして行い、特許請求の範囲第2項記載の走査型露光装置のディストーション補正方法。

3、発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、半導体製造工程等に用いられる反射型投影露光機のディストーション補正方法に関するものである。

従来の技術

近年、反射型投影露光機のディストーション補正は、露光走査用のリニア・エア・ベアリングの空気圧力制御によって行われている。

以下図面を参照しながら、上述した従来の走査型露光装置のディストーション補正装置の一例に

について説明する。第4図、第5図は従来の反射型投影露光装置の主要部を示すものである。第4図第5図において、1は凹面鏡、2は凸面鏡、3は2つの平面鏡を有する台形ミラー、4はマスク、5は露光される基板、6はマスク4と基板5とを平行に保持し、露光光学系の光軸7に平行に走査する走査枠、8はマスク4と基板5の位置ズレを測定するためのアライメント光学系、9は円弧形露光エリアである。10、11は走査枠6のガイドレール、12、13は走査枠6のリニア・エア・ベアリング、14、15は同上下方向制御空気ポート、16は左右方向制御空気ポートである。

以上のように構成された反射型投影露光機のディストーション補正装置について、第6図、第7図を参照しながら、以下その動作について説明する。

反射型投影露光機には一般に第6図aに示すような、ガイドレール10、11の上下方向の曲りによる、第7図a補正前に示すような、走査方向の倍率誤差のディストーションと、光軸7と走査

テスト又はテスト露光を行うものであり、大変な手数を要し、基板のロット毎や1枚毎に自動的に基板の歪みに合わせて補正できるものではなかった。またエアベアリングの供給空気圧を制御する機構を必要とし、さらにその調整範囲はエアベアリングのすき間を増減させるものであるので通常 $1\mu\text{m}$ 以下の狭い範囲の調整しかできないという欠点を有していた。

本発明は上記問題点に鑑み、装置の誤差を補正すると共に、基板の熱処理等による不均一な歪みに対しても補正を容易とする、走査型露光機のディストーション補正方法を提供するものである。

問題点を解決するための手段

上記問題点を解決するために本発明の走査型露光機ディストーション補正方法は、マスクと基板の初期位置合せ後、露光走査を行いながら、走査位置に応じて、マスク又は基板の微小送り機構を用いてマスクと基板の位置関係を相対的にずらすというものであり、また、さらにはその位置ずらし量を定めるために、あらかじめ走査方向に複数

方向の平行度誤差による、第7図b補正前に示すような直角度誤差のディストーションがある。走査方向の倍率誤差を補正するためには、第6図cに示す如く、リニア・エア・ベアリング12、13の上下方向制御空気ポート14、15への供給空気圧Pを走査枠6の位置に応じて制御し、第6図bに示す如く、エアベアリング12、13を光軸7に平行に走査させる。また直角度誤差を補正するためには、同様に、リニア・エア・ベアリング13の左右方向制御空気ポート16への供給空気圧を走査枠6の位置に応じて制御し、走査枠6を光軸7に平行に走査させる。

発明が解決しようとする問題点

しかしながら上記のような構成では、ディストーション補正装置の目的はあくまでも走査枠6の光軸7に対する走査誤差を無くして歪みのない完全な投影露光を行うためのものであり、仮にその機能を用いて、基板パターン自体の熱処理等による均一な歪み補正は行えたとしても、補正量の調整は専用テストマスクと基板を用いてアライメント

の個所でディストーションによる位置ズレ量を測っておくか、露光を行いながら、位置ズレ量を測りつつ補正を行うという要件を備えたものである。

作用

本発明は上記した構成によって、単に装置の誤差によるディストーションを補正するのみならず、基板の不均一な歪みに対しても、マスクと基板の位置関係を露光走査を行いつつずらすことにより補正を行うことができるものである。

実施例

以下本発明の一実施例の走査型露光機のディストーション補正方法について図面を参照しながら説明する。

第1図は本発明の一実施例における走査型露光機のディストーション補正装置のたて断面図を示すものであり、第2図は同下平面図を示すものである。

第1図、第2図において、21は凹面鏡、22は凸面鏡、23は2つの平面鏡を有する台形ミラー、24はマスク、25は露光される基板、26は露

光光学系の光軸27に平行にマスク24と基板25を保持して走査する走査枠、28はマスク24と基板25の位置ズレを測定するためのアライメント光学系、29は円弧形露光エリアである。30、31は走査枠28のガイドレール、32、33は走査枠28のリニア・エア・ベアリングである。34は微小送り機構であり、可動枠35には3方にローラー36、37、38が取付けられ、鋼球群39を介して走査枠28の下面にバネ(図示せず)により懸垂されており、可動枠35の下面には基板25が真空吸着されている。40、41、42はパルスモーターであり各々ボールネジ43、44、45によりクサビ46、47、48をスライドさせる。クサビ46、47、48には各々前記ローラー36、37、38がバネ49により押圧されており、モーター40、41、42の動作により、マスク25の位置を第2図に示す x, y, θ 方向に微動させることができる。50は走査枠28の走査位置を検出するためのリニアスケールであり、51はその検出器である。52は基板25の

位置合わせて、アライメント光学系52又は28により観測して基板のアライメントマーク53b、54bに対する投影されたマスクのアライメントマーク55b、56bの位置ズレ量 x_b と y_b を測定する。次に同様に走査枠28を動かしてcの位置における位置ズレ量 x_c と y_c を測定する。位置ズレ量 $x_b \cdot x_c$ は走査方向の倍率誤差のディストーションに相当し、 $y_b \cdot y_c$ は直角度誤差のディストーションに相当する。

このディストーションを実際の露光走査時に補正するためには、走査枠28に取付けたリニアスケール50、51から検出する第3図のA位置からの走査距離 l に応じ、A～B間については基板を x 方向に $x = x_b \times l / l_b$ 、 y 方向に $y = y_b \times l / l_b$ だけ微小送り機構34により微小送りし、B～C間については、基板を x 方向に $x = (x_c - x_b) \times (l - l_b) / (l_c - l_b)$ 、 y 方向に、 $y = (y_c - y_b) \times (l - l_b) / (l_c - l_b)$ だけ微小送りして補正する。微動は連続送りが望ましいが最小限のステップ送りでも可能である。また補正量の式は直線補間で示した

裏面に設けたアライメント光学系であり、基板25が透光性である場合マスク24に対する基板25の位置ズレを観測できるものである。

以上のように構成された走査型投影露光機のディストーション補正装置について、以下第3図を用いてその動作を説明する。第3図は第2図の基板25の部分の詳細図であり、53a、53b、53c、54a、54b、54cの十字マークは、前工程で基板25に加工されたアライメントマークであり、55a、55b、55c、56a、56b、56cのカギ十字マークはマスク24のアライメントマークが投影光学系により基板25上に投影されたものであり、露光走査の前に走査枠28を動かして露光エリア29をAの位置に合わせてアライメント光学系、52又は28により観測して投影されたマスクアライメントマーク55a、56aに対し基板のアライメントマーク53a、54aを基板の微小送り機構34により各々中央に位置合せする。

次に走査枠28を動かして露光エリア29をBの

が、曲線補間や、位置ズレ測定個所を増して統計処理した補正量を与えても良い。この補正量は露光機又は基板の個々の値として、露光機の記憶装置に記憶しておき、次の基板の露光に対しくり返し、同じ補正を行う。

以上のように本実施例によれば、露光走査を行いながら、マスク又は基板の微小送り機構によりマスクと基板の位置をあらかじめ測定して定めた最適の変位パターンで相対的にずらしてディストーションを補正するので、特別な補正機構を必要とせず、その補正範囲も広くとることができる。

以下本発明の第2の実施例について説明する。この実施例はディストーションの量を、露光の直前に走査枠28を複数の位置に動かしてアライメント光学系によりマスクと基板の位置ズレ量を測定し、基板ごとに最適のディストーション補正量を決定して、露光走査時に第一の実施例と同様の補正を行う。以上のように1枚ずつの基板に対し、露光の前に基板上の複数の位置でアライメントマークの位置ズレ量を測定し、微小送り機構に

より最適のディストーション補正を施すことにより、基板毎に特有のディストーションを容易に補正することができる。

以下本発明の第3図の実施例について説明する。この実施例については、透明基板に対する裏面からのアライメント光学系52のように露光照明を遮らないアライメント光学系を用いて、第3図A初期の基板アライメントマークと投影されたマスクアライメントマークを位置合せした後、露光走査を行いながら多数設けられたアライメントマークの位置ずれ量をアライメント光学系52に取付けた画像メモリ付テレビカメラ装置等で検出し、ディストーション補正量を決定し、マスク又は基板の微小送り機構34で補正を行うものである。露光走査を行いながら補正が可能で、露光前の複数個所での位置ズレ量観測が不要なので、露光機の能率が高い。

発明の効果

以上のように本発明は、走査型露光機において、マスクと基板の初期位置合せ後、露光走査を行い

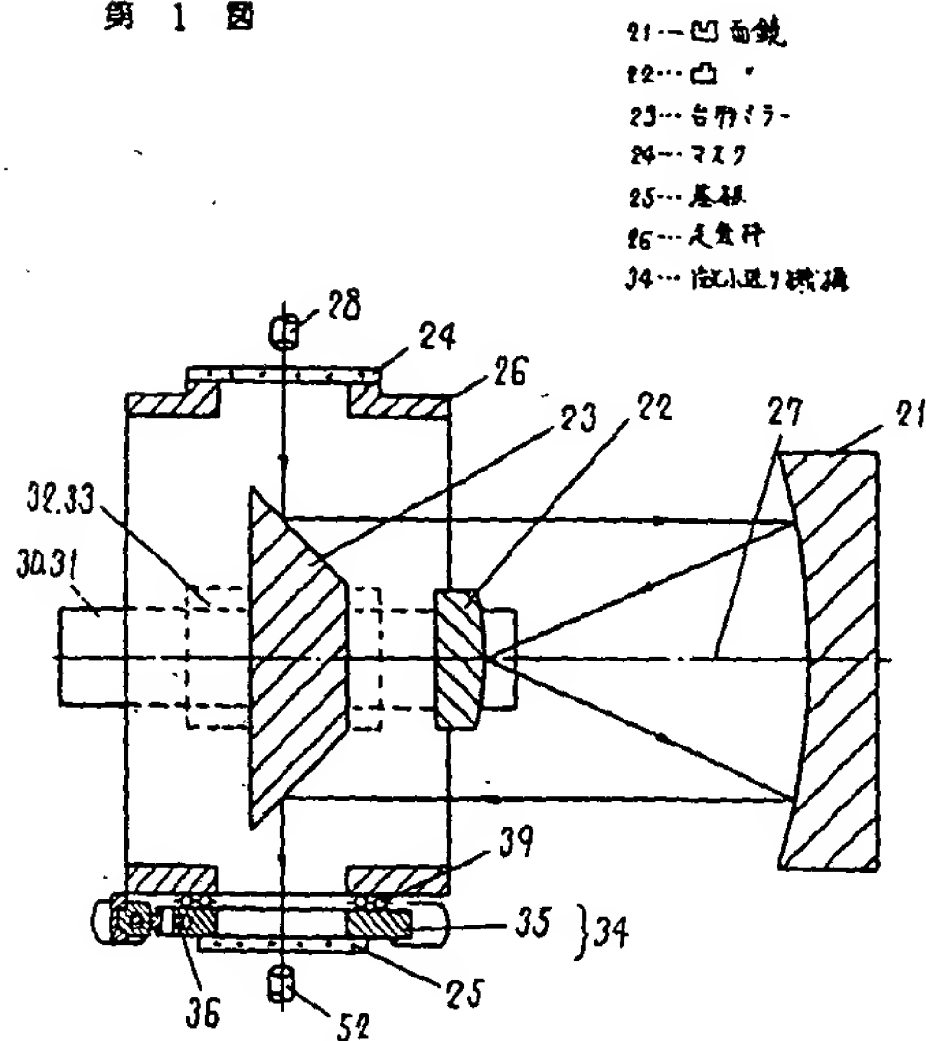
ながら、微小送り機構によりマスクと基板の相対的位置をずらしてディストーションを補正する方法であるので、単に装置の誤差を補正するのみならず、個々の基板の歪みに対してもディストーションの補正が容易で、露光機として能率が高く、また特別な補正機構を付加する必要の無い経済的な露光装置を提供することができる。

4、図面の簡単な説明

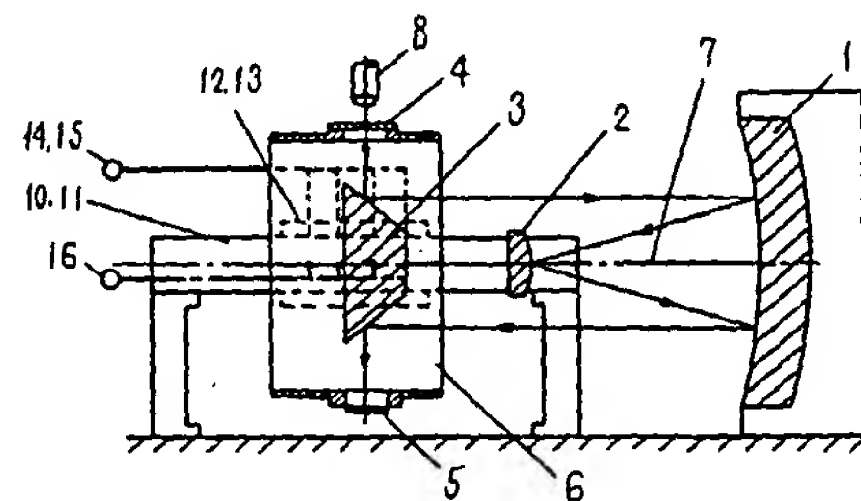
第1図は本発明の第1の実施例における走査型露光装置のたて断面図、第2図は第1図の下平面図、第3図は走査型露光装置のディストーションの説明図、第4図は従来の反射型投影露光機のたて断面図、第5図は第4図の上平面図、第6図は第4図の装置のディストーション補正の原理図、第7図は同ディストーション補正の説明図である。

21……凹面鏡、22……凸面鏡、23……台形ミラー、24……マスク、25……基板、26……走査枠、30、31……ガイドレール、32、33……リニア・エア・ベアリング、34……微小送り機構。

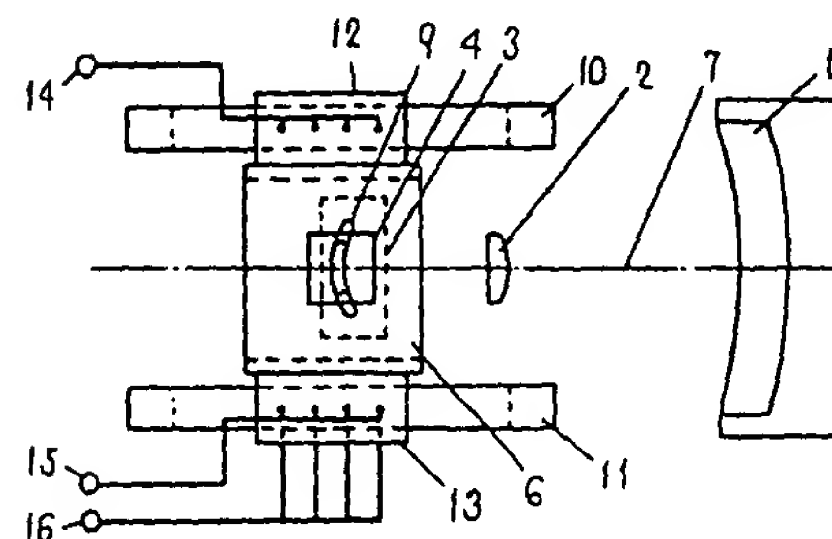
第1図

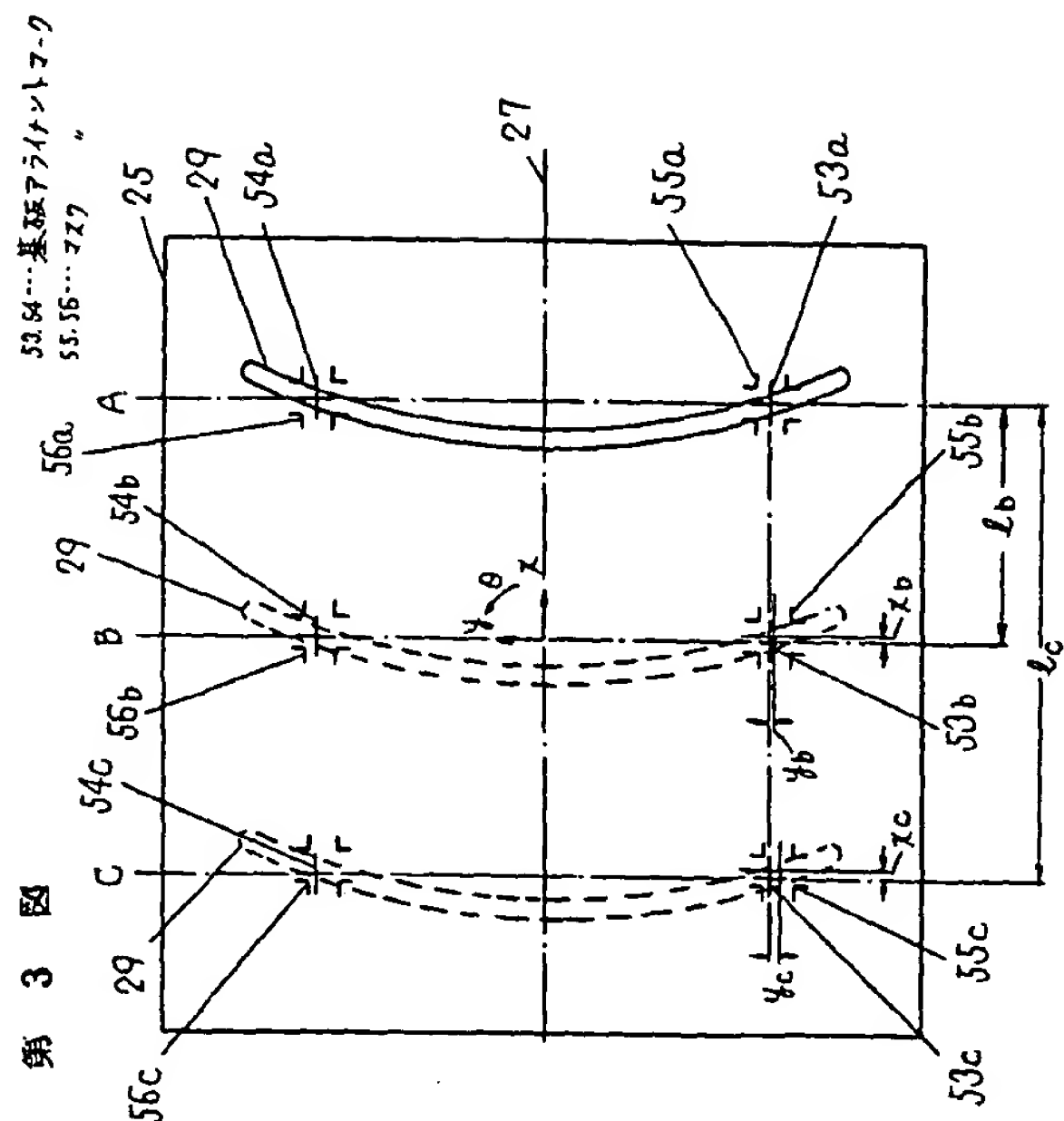
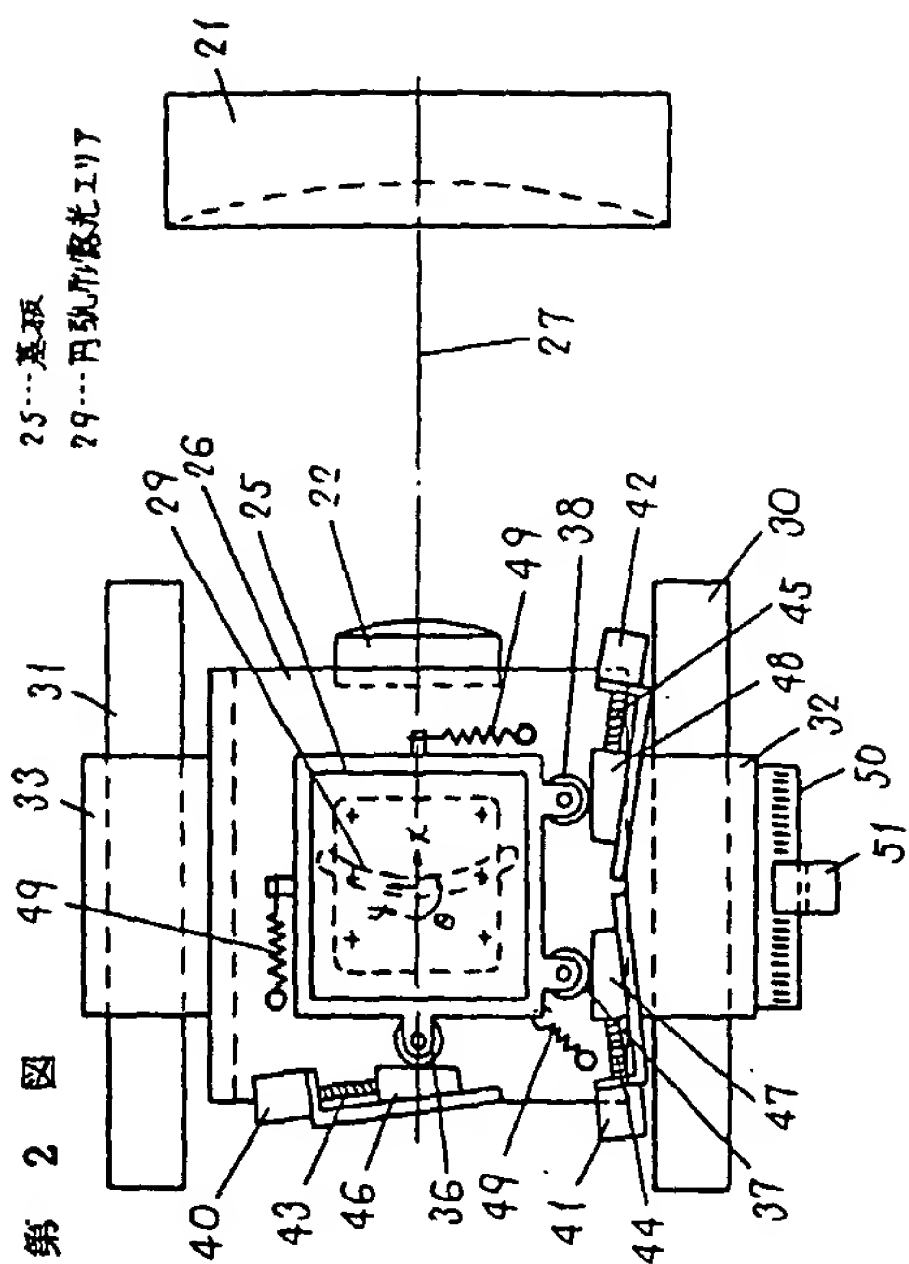


第4図

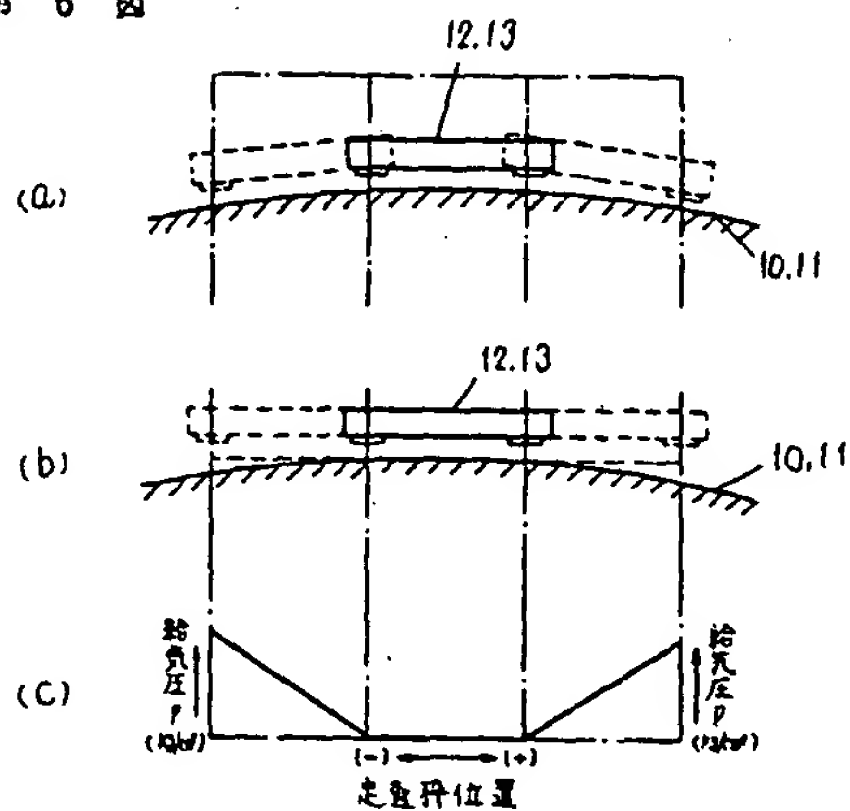


第5図

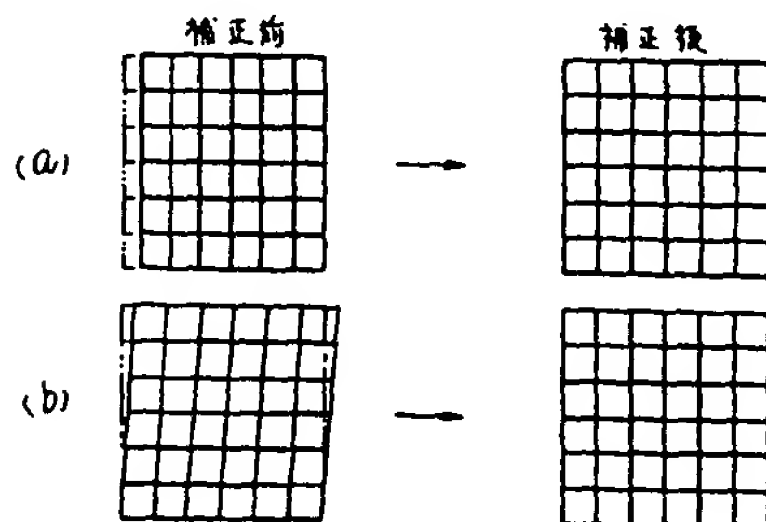




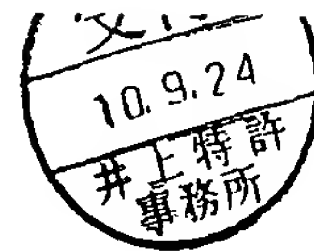
第6図



第7図



63-128713



SPECIFICATION

1. Title of the Invention

Distortion Correction Method for Scanning Type Exposure Apparatus

2. Claims

(1) A distortion correction method for a scanning type exposure apparatus of the type which is equipped with a mask and in which exposure is effected by scanning the entire area while exposing part of an exposure area, wherein, after initial positioning of the mask and a substrate, the positions of the mask and the substrate are deviated relative to each other in a fixed displacement pattern by a fine feeding mechanism while performing exposure scanning in accordance with predetermined scanning procedures.

(2) A distortion correction method for a scanning type exposure apparatus of the type which is equipped with a mask and in which exposure is effected by scanning the entire area while exposing part of an exposure area, wherein, after initial positioning of the mask and a substrate, the positions of the mask and the substrate are deviated relative to each other in a fixed displacement pattern by a fine feeding mechanism while performing exposure scanning in accordance with predetermined scanning procedures, and wherein the positional deviation between the mask and the substrate is measured at a plurality of positions in the

exposure scanning direction, and, while performing exposure scanning in accordance with the measurement results, the positions of the mask and the substrate are deviated relative to each other in accordance with the scanning position by the fine feeding mechanism.

(3) A distortion correction method for a scanning type exposure apparatus according to Claim 2, wherein, while performing the scanning for exposure, the positional deviation between the mask and the substrate is measured, and, in accordance with the measurement results, the positions of the mask and the substrate are deviated relative to each other by the fine feeding mechanism.

3. Detailed Description of the Invention

Industrial Field of the Invention

The present invention relates to a distortion correction method for a reflection type projection exposure apparatus used in semiconductor production processes, etc.

Description of the Related Art

Nowadays, the distortion correction for the reflection type projection exposure apparatus is conducted through air pressure control of the linear air bearing for exposure scanning.

An example of a conventional distortion correcting device for the above conventional scanning type exposure apparatus will now be described with reference to the

drawings. Figs. 4 and 5 show the essential part of a conventional reflection type projection exposure apparatus. In Figs. 4 and 5, numeral 1 indicates a concave mirror; numeral 2 indicates a convex mirror; numeral 3 indicates a trapezoidal mirror having two plane mirrors; numeral 4 indicates a mask; numeral 5 indicates a substrate to be exposed; numeral 6 indicates a scanning frame which holds the mask 4 and the substrate 5 parallel to each other and which performs scanning parallel to the optical axis 7 of the exposure optical system 7; numeral 8 indicates an alignment optical system for measuring positional deviation between the mask 4 and the substrate 5; and numeral 9 indicates an arcuate exposure area. Numerals 10 and 11 indicate guide rails for the scanning frame 6; numerals 12 and 13 indicate linear air bearings for the scanning frame 6; numerals 14 and 15 indicate air ports for vertical control of the same; and numeral 16 indicates an air port for horizontal control of the same.

The operation of the distortion correction device for a reflection type projection exposure apparatus, constructed as described above, will now be described with reference to Figs. 6 and 7.

Generally speaking, a reflection type projection exposure apparatus involves scaling error distortion in the scanning direction as shown in Fig. 7a (before correction)

due to vertical bending of the guide rails 10 and 11 as shown in Fig. 6a, and squareness error distortion as shown in Fig. 7b (before correction) due to parallelism error of the optical axis 7 and the scanning direction. To correct scaling error in the scanning direction, the pressure P of the air supplied to the vertical control air ports 14 and 15 of the linear air bearings 12 and 13 is controlled in accordance with the position of the scanning frame 6 as shown in Fig. 6c, and, as shown in Fig. 6b, the air bearings 12 and 13 are scanned in parallel with the optical axis 7. Similarly, to correct squareness error, the pressure of the air supplied to the horizontal control air port 16 of the linear air bearing 13 is controlled in accordance with the position of the scanning frame 6, and the scanning frame 6 is scanned in parallel with the optical axis 7.

Problems to be Solved by the Invention

The distortion correction device of the above construction only serves to eliminate scanning error of the scanning frame 6 with respect to the optical axis 7 to effect perfect projection exposure without any distortion. If, by using this function, the even distortion of the substrate pattern due to heat treatment, etc. can be corrected, the adjustment of the correction amount is conducted by using a devoted test mask and the substrate to perform alignment test or test exposure, which requires much

time and effort, and the correction cannot be effected automatically for each substrate lot or each substrate in accordance with the distortion of the substrate. Further, a mechanism for controlling the supply air pressure of the air bearing is required. Further, since the gap of the air bearing is increased and decreased, the adjustment is normally restricted to a range as small as 1 μm or less.

The present invention has been made in view of the above problems in the prior art. It is an object of the present invention to provide a distortion correction method for a scanning type exposure apparatus which corrects any error in the apparatus and which facilitates the correction even in the case of an uneven distortion due to heat treatment of the substrate, etc.

Means for Solving the Problems

To achieve the above object, there is provided, in accordance with the present invention, a distortion correction method for a scanning type exposure apparatus wherein, after the initial positioning of the mask and the substrate, the positional relationship between the mask and the substrate is deviated relative to each other by using a fine feeding mechanism for the mask or the substrate in accordance with the scanning position while performing exposure scanning. Further, to determine the positional deviation amount, the measurement of amount of positional

deviation due to distortion is effected beforehand at a plurality of positions in the scanning direction, or correction is effected simultaneously with the measurement of positional deviation amount while effecting exposure.

Operation

In accordance with the present invention, constructed as described above, it is not only possible to correct distortion due to apparatus error, but also to effect correction in the case of an uneven distortion of the substrate by deviating the positional relationship between the mask and the substrate while effecting exposure scanning.

Embodiment

An embodiment of the distortion correction method for a scanning type exposure apparatus of the present invention will now be described with reference to the drawings.

Fig. 1 is a longitudinal sectional view showing a distortion correction device for a scanning type exposure apparatus in accordance with an embodiment of the present invention; and Fig. 2 is a bottom plan view of the same.

In Figs. 1 and 2, numeral 21 indicates a concave mirror; numeral 22 indicates a convex mirror; numeral 23 indicates a trapezoidal mirror having two plane mirrors; numeral 24 indicates a mask; numeral 25 indicates a substrate to be exposed; numeral 26 indicates a scanning

frame for performing scanning while holding the mask 24 and the substrate 24 in parallel with the optical axis 27 of the exposure optical system; numeral 28 indicates a an alignment optical system for measuring any positional deviation of the mask 24 and the substrate 25; and numeral 29 indicates an arcuate exposure area. Numerals 30 and 31 indicate guide rails for the scanning frame 26; and numerals 32 and 33 indicate linear air bearings for the scanning frame 26. Numeral 34 indicates a fine feeding mechanism. Three rollers 36, 37 and 38 are mounted to a movable frame 35, which is suspended by a spring (not shown) below the scanning frame 26 through steel balls 39, the substrate 25 being vacuum-attached to the lower surface of the movable frame 35. Numerals 40, 41 and 42 indicate pulse motors, which are respectively adapted to slide wedges 46, 47 and 48 by ball screws 43, 44 and 45. The rollers 36, 37 and 38 are pressed against the wedges 46, 47 and 48 by springs 49. By the operation of the motors 40, 41 and 42, the mask 25 can be finely displaced in the x, y and θ -directions shown in Fig. 2. Numeral 50 indicates a linear scale for detecting the scanning position of the scanning frame 26, and numeral 51 indicates the detector thereof. Numeral 52 indicates an alignment optical system provided on the back side of the substrate 25. When the substrate 25 is transmissive to light, any positional deviation of the substrate 25 with

respect to the mask 24 can be observed.

The operation of the distortion correction device for a scanning type projection exposure apparatus, constructed as described above, will now be described with reference to Fig. 3. Fig. 3 shows in detail the substrate 25 of Fig. 2. The cross marks indicated by numerals 53a, 53b, 53c, 54a, 54b and 54c are alignment marks imparted by machining to the substrate 25 in pre-process. The cross marks indicated by numerals 55a, 55b, 55c, 56a, 56b and 56c are projections of the alignment marks of the mask 24 projected onto the substrate 25 by the projection optical system. Prior to exposure scanning, the scanning frame 26 is moved to set the exposure area 29 to position A, and the alignment marks 53a and 54a of the substrate are positioned at the center by the substrate fine feeding mechanism with respect to the alignment marks 55a and 56a observed and projected by the alignment optical system 52 or 28.

Next, the scanning frame 26 is moved to set the exposure area 29 to position B, and observation is effected by the alignment optical system 52 or 28 to measure positional deviations x_b and y_b of the projected mask alignment marks 55b and 56b with respect to the alignment marks 53b and 54b of the substrate. Next, the scanning frame 26 is similarly moved to measure the positional deviation amounts x_c and y_c at position c. The positional

deviation amount $x_b \cdot x_c$ corresponds to the distortion of the scaling error in the scanning direction, and $y_b \cdot y_c$ corresponds to the distortion of the squareness error.

To correct this distortion during actual exposure scanning, the substrate is finely fed by the fine feeding mechanism 34 by $x = x_b \times l/l_b$ in the x-direction and $y = y_b \times l/l_b$ in the y-direction for the section A ~ B, and, for the section B ~ C, the substrate is finely fed by $x = (x_c - x_b) \times (l - l_b)/(l_c - l_b)$ in the x-direction and $y = (y_c - y_b) \times (l - l_b)/(l_c - l_b)$ in the y-direction for correction, in accordance with the scanning distance l from position A of Fig. 3 detected from the scales 50 and 51 mounted to the scanning frame 26. The fine movement is preferably a continuous feed. However, a minimum step feed is also possible. Further, while the formula of correction amount is given in linear interpolation, it is also possible to give it in curvilinear interpolation or give a correction amount through statistic processing by augmenting the number of places where positional deviation measurement is effected. This correction amount is stored in the storage device of the exposure apparatus as a value inherent in the exposure apparatus or the substrate and used when performing the same correction when exposing the next substrate.

As described above, in accordance with this embodiment, any distortion is corrected by deviating the positions of

the mask and the substrate relative to each other in an optimum displacement pattern determined by measurement conducted beforehand by a fine feed mechanism for the mask or the substrate while performing exposure scanning, so that no special correction mechanism is required and a large correction range is given.

A second embodiment of the present invention will now be described. In this embodiment, the scanning frame 26 is moved to a plurality of positions immediately before exposure and the amount of positional deviation of the mask and the substrate is measured by the alignment optical system to determine an optimum distortion correction amount for each substrate, effecting correction during exposure scanning in the same manner as in the first embodiment. As described above, the positional deviation amount of the alignment mark is measured at a plurality of positions on the substrate prior to exposure, and an optimum distortion correction is effected by the fine feed mechanism, whereby the distortion peculiar to each substrate can be easily corrected.

A third embodiment of the present invention will now be described. In this embodiment, an alignment optical system is used which does not intercept the exposure illumination as in the case of the alignment optical system 52 for a transparent substrate from the back side, and the initial

substrate alignment mark A of Fig. 3 is matched with the projected mask alignment mark, and then the positional deviation amount of a large number of alignment marks is observed by a television camera with image memory or the like mounted to the alignment optical system 52 while performing exposure scanning to determine the distortion correction amount, the correction being effected by the fine feed mechanism 34 for the mask or the substrate. Since the correction can be effected while performing exposure scanning, there is no need to perform positional deviation amount observation at a plurality of positions prior to exposure, whereby an improvement is achieved in terms of the efficiency of the exposure apparatus.

Advantages

As described above, in accordance with the present invention, there is provided a distortion correction method for a scanning type exposure apparatus, wherein, after the initial positioning of the mask and the substrate, the positions of the mask and the substrate are deviated relative to each other by a fine feed mechanism to thereby effect distortion correction, whereby it is not only possible to correct any error in the apparatus, but the distortion correction is easily effected in the case of distortion of the individual substrates, thereby providing an economical exposure apparatus which is highly efficient

and which does not need the provision of any special correction mechanism.

4. Brief Description of the Drawings

Fig. 1 is a longitudinal sectional view of a scanning type exposure apparatus in accordance with the first embodiment of the present invention; Fig. 2 is a bottom plan view of Fig. 1; Fig. 3 is a diagram illustrating distortion in a scanning type exposure apparatus; Fig. 4 is a longitudinal sectional view of a conventional reflection type projection exposure apparatus; Fig. 5 is a top plan view of Fig. 4; Fig. 6 is a diagram illustrating the principle on which distortion correction is effected in the apparatus of Fig. 4; and Fig. 7 is a diagram illustrating distortion correction.

21.....concave mirror, 22.....convex mirror, 23.....trapezoidal mirror, 24.....mask, 25.....substrate, 26.....scanning frame, 30, 31.....guide rail, 32, 33.....linear air bearing, 34.....fine feed mechanism.